MOL KAVRAMI

İlişkili Kazanımlar

1.1: Mol kavramını açıklar.

- **a.** Mol kavramının tarihsel süreç içerisindeki değişimi üzerinde durulur.
- **b.** Bağıl atom kütlesi tanımlanır.
- **c.** İzotop kavramı ve bazı elementlerin mol kütlelerinin tam sayılı çıkmayışının nedeni örneklerle açıklanır.
- **d.** Mol hesaplamaları yapılır.

MOL KAVRAMI VE TARİHÇESİ

Atomlar çok küçük tanecikler olduklarından kütlelerinin mutlak olarak bulunması mümkün değildir. Bu nedenle atom ve molekül gibi küçük taneciklerin sayısını ve miktarını belirtmek için mol kavramı kullanılmaktadır.

Kimyacılar Dalton'dan itibaren bağıl sayıların önemini kavrayarak atom ve moleküllerin miktarını belirtmek için mol kavramını kullandılar. Bağıl atom kütlesi kadar gram elementi 1 mol olarak kabul ettiler.

Uluslararası birim sistemine (SI) göre 12 gram karbon-12 (C-12) izotopunun içerdiği atom sayısı **1 mol** dür.

12 gram C-12 izotopunun atom sayısı $6{,}02.10^{23}$ tane karbon atomu demektir ve bu sayıya **Avogadro Sayısı** denir. N_A ile gösterilir.

Bir atomun, referans olarak seçilen başka bir atomun kütlesinden kaç kat fazla ya da az olduğunu ifade eden değere **bağıl atom kütlesi** denir.



Her yılın 10. ayının 23. günü Mol Günü olarak kutlanır.

Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği'nin (IUPAC) aldığı kararla C-12 izotopu referans olarak kabul edilip, atom kütlesi 12,000 alınarak diğer atomlarını atom kütleleri bağıl olarak hesaplanmıştır.

İzotop Kavramı

Atom numaraları aynı kütle numaraları farklı olan atomlara **izotop atomlar** denir.

Hidrojen atomunun izotopları,



$^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H(^{2}_{1}D)$, $^{3}_{1}H(^{3}_{1}T)$

Hidrojen Döteryum Trityum

Karbon atomunun izotopları,



$^{12}_{6}C$, $^{13}_{6}C$, $^{14}_{6}C$

Atomların kimyasal özellikleri proton ve elektron sayılarına bağlıdır. Fiziksel özellikleri proton, nötron ve elektron sayılarına bağlıdır. Atomların kimliklerini ise proton sayıları belirler.

Bu nedenle, izotop atomların eğer elektron sayıları aynı ise kimyasal özellikleri aynı, fiziksel özellikleri farklıdır. Elektron sayıları farklı ise hem kimyasal hemde fiziksel özellikleri farklıdır.

Ortalama Atom Kütlesi

Elementlerin doğada birden fazla izotopu vardır. Bu izotopların doğada bulunma yüzdeleri farklıdır. Örneğin; $^{1}_{1}H$ (hidrojen)nin doğadaki bolluk yüzdesi 99,98 iken, $^{2}_{1}D$ (döteryum)un 0,015'dir, $^{3}_{1}T$ (trityum) ise doğada çok az bulunur.

Elementlerin birden fazla olan izotopları olması nedeniyle doğadaki bolluk yüzdeleri ve atom kütlelerinden yararlanılarak **ortalama atom kütleleri** bulunur.

	$_{18}{}^{35}_{17}Cl_{17}$, $_{20}{}^{37}_{17}Cl_{17}$	$_{0}{}^{1}_{1}H_{1}$, $_{1}{}^{2}_{1}H^{+1}_{0}$	$_{10}{}^{21}_{11}Na_{11}$, $_{9}{}^{21}_{12}Mg_{12}$
Kimyasal Özellikler	Aynı (p, e^- aynı)	Farklı (e^- farklı)	Farklı (p, e^- farklı)
Fiziksel Özellikler	Farklı (n farklı)	Farklı (n, e^- farklı)	Farklı (p, n, e^- farklı)
Kimlik	Aynı (p aynı)	Aynı (p aynı)	Farklı (p farklı)

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = \frac{\left(\text{1. izotopun kütlesi} \cdot \text{Bolluk yüzdesi}\right) + \left(\text{2. izotopun kütlesi} \cdot \text{Bolluk yüzdesi}\right) + \ldots}{100}$$

Bu nedenle atomların ortalama atom kütleleri tam sayılardan değil kesirli sayılardan oluşur.

İzotop atomlar	Atom kütlesi
Karbon	12,011
Klor	35,4527
Oksijen	15,9949
Rubidyum	85,4677

ÖRNEK 1

Bor elementinin ^{10}B ve ^{11}B olmak üzere iki doğal izotopu vardır. ^{10}B izotopunun atom kütlesi 10,013 ve doğada bulunma yüzdesi 19,8'dir. ^{11}B izotopunun ise atom kütlesi 11,010 ve doğada bulunma yüzdesi 80,2'dir.

Buna göre, bor elementinin ortalama atom kütlesi kaçtır?

Çözüm

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = \frac{\text{1. izotopun kütlesi} \cdot \text{Bolluk yüzdesi} + \text{2. izotopun kütlesi} \cdot \text{Bolluk yüzdesi}}{100}$$

$$= \frac{10{,}013 \cdot 19{,}8 + 11{,}010 \cdot 80{,}2}{100}$$

$= 10{,}812$

ÖRNEK 2

Potasyum elementinin ortalama atom kütlesi 39,1'dir. Doğada ^{37}K ve ^{40}K olmak üzere iki tane izotopu bulunan potasyum elementinin izotoplarının atom kütleleri sırasıyla 37 ve 40'dır.

Buna göre, verilen izotoplardan hangisinin doğadaki bolluk yüzdesi daha fazladır?

Potasyum elementinin atom kütlesi 39,1, ^{40}K izotopunun atom kütlesine daha yakın olduğu için ^{40}K izotopu doğada daha fazla bulunur.

MOL HESAPLAMALARI

Mol - Tanecik İlişkisi

- $6{,}02.10^{23}$ tane atom veya moleküle **1 mol** denir.

Avogadro Sayısı: $N = N_a = N_A = 6{,}02.10^{23} \cong 6.10^{23}$

1 mol Fe atomu : $6{,}02.10^{23}$ tane Fe atomu

1 mol O atomu : $6{,}02.10^{23}$ tane O atomu

1 mol CO_2 molekülü : $6{,}02.10^{23}$ tane CO_2 molekülü

1 mol C_3H_8 molekülü: N tane molekül = $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane C_3H_8 molekülü
: 3 mol C atomu içerir.
: $3N_A$ tane C atomu içerir.
: 11 mol atom içerir.

DİKKAT!

- 1 mol X_aY_b molekülü = N_A tane molekül
= a mol X atomu
= $a.N_A$ tane X atomu
= (a + b) mol atom
= $(a + b)N_A$ tane atom içerir.

NOT!

- En az iki ametal atomunun kovalent bağ ile bağlanması sonucu oluşan saf maddelere **molekül** denir. Yapısında metal veya pozitif kök varsa molekül değil iyonik kristaldir.

ÖRNEK 3

0,4 mol N_2O_5 molekülü kaç mol atom içerir?

1 mol N_2O_5 — 7 mol atom içerir.
0,4 mol N_2O_5 — ?
? = 2,8 mol atom içerir.

ÖRNEK 4

0,5 mol C_3H_8 molekülü kaç tane hidrojen atomu içerir?

1 mol C_3H_8 — $8.N_A$ tane H atomu
0,5 mol C_3H_8 — ?
? = $4 \cdot N_A$ tane H atomu içerir.

1. 10,812 2. ^{40}K 3. 2,8 mol 4. $4 \cdot N_A$

ÖRNEK 5

0,2 mol Fe_2O_3 bileşiği kaç tane atom içerir?

Çözüm

1 mol Fe_2O_3 — $5 \cdot N_A$ tane atom içeriyorsa
0,2 mol Fe_2O_3 — ?

? = $1.N_A$ tane atom içerir.

ÖRNEK 6

$1,806.10^{23}$ tane atom içeren H_2O bileşiği kaç moldür? (N_A: $6,02.10^{23}$)

1 mol H_2O bileşiği — $3 \times 6,02.10^{23}$ tane atom içeriyorsa
? — $1,806.10^{23}$

? = 0,1 mol H_2O bileşiği

ÖRNEK 7

$12,04.10^{23}$ tane C_3H_8 molekülü kaç mol atom içerir? (N_A: $6,02.10^{23}$)

1 mol C_3H_8 — $6,02.10^{23}$ tane C_3H_8 molekülü
? — $12,04.10^{23}$ tane C_3H_8 molekülü

? = 2 mol C_3H_8

1 mol C_3H_8 — 11 mol atom içeriyorsa
2 mol C_3H_8 — ?

? = 22 mol atom içerir.

ÖRNEK 8

$3,01.10^{23}$ tane atom içeren CH_4 molekülü kaç mol hidrojen atomu içerir? (N_A: $6,02.10^{23}$)

1 mol CH_4 — $5 \times 6,02.10^{23}$ tane atom
? — $3,01.10^{23}$ tane atom

? = 0,1 mol CH_4

1 mol CH_4 — 4 mol H atomu içerirse
0,1 mol — ?

? = 0,4 mol H atomu içerir.

ÖRNEK 9

0,2 mol C_2H_4 bileşiğindeki hidrojen atomu sayısı kadar oksijen atomu içeren CO_2 bileşiği kaç tanedir?

0,2 mol C_2H_4
0,2.4 = 0,8 mol H atomu içerir ⇒ CO_2'de O atomu da 0,8 moldür.

1 mol CO_2 — 2 mol O atomu içeriyorsa
? — 0,8 mol O atomu içerir

? = 0,4 mol CO_2

1 mol CO_2 — $6,02.10^{23}$ tane
0,4 mol CO_2 — ?

? = $2,408.10^{23}$ tane CO_2

ÖRNEK 10

1,8 mol oksijen atomu içeren Fe_2O_3 bileşiği kaç tane Fe atomu içerir? (N_A: 6.10^{23})

1 mol Fe_2O_3 — 3 mol oksijen atomu içeriyorsa
? — 1,8 mol oksijen atomu içerir

? = 0,6 mol Fe_2O_3

1 mol Fe_2O_3 — $2.N_A$ tane Fe
0,6 mol Fe_2O_3 — ?

? = $1,2.N_A$ tane Fe atomu içerir.

$1,2 \times 6.10^{23} = 7,2.10^{23}$ tane Fe atomu içerir.

ÖRNEK 11

Bir öğünde 20 tane olmak üzere günde üç öğün simit yiyen bir ayı, 100 yılda kaç mol simit yer?

(Bir yıl 360 gün kabul edilecektir.)

(Avogadro sayısı: 6.10^{23})

1 öğünde 20 tane ise 3 öğünde 3.20 = 60 tane simit yer.
1 yılda 360 gün 100 yılda $360 \times 100 = 36.10^3$ gün

1 günde — 60 simit yer ise
36.10^3 günde — ?

? = 60×36.10^3
= $6^3.10^4$ tane simit yer.

1 mol — 6.10^{23} tane
? — $6^3.10^4$ tane

? = 36.10^{-19} mol simit yer

5. $1.N_A$ 6. 0,1 mol 7. 22 mol 8. 0,4 mol 9. $2,408.10^{23}$ tane 10. $7,2.10^{23}$ tane 11. 36.10^{-19} mol

Mol-Hacim İlişkisi

Gazlar için genleşme katsayısı ayırt edici özellik değildir. Aynı koşullarda (aynı sıcaklık ve basınçta) mol sayıları eşit olan gazların hacimleri de eşittir.

> Normal koşullarda (NK) 1 mol gaz 22,4 L hacim kaplar.
>
> Oda koşullarında (OK) 1 mol gaz 24,5 L hacim kaplar.

Normal Koşul = NK = NŞA

= 1 atm basınç, 0°C sıcaklık

Oda Koşulu = Standart Koşul = OK

= 1 atm basınç, 25°C sıcaklık

Normal Basınç: 1 atm

1 mol $O_{2(g)}$ NK'da = 22,4 L

1 mol $CH_{4(g)}$ NK'da = 22,4 L

1 mol $H_2O_{(s)}$ NK'da ≠ 22,4 L (sıvı olduğu için)

1 mol $Fe_{(k)}$ NK'da ≠ 22,4 L (katı olduğu için)

NOT

H_2O moleküllerinin 1 atm basınç altında 0°C ile 100°C arasında sıvı haldedir. (Tuzak sorulara dikkat!)

Normal Koşullarda gazın mol sayısı	Oda Koşullarında gazın mol sayısı
$n = \frac{V}{22,4}$ n = Mol sayısı, V = Hacim	$n = \frac{V}{24,5}$

NOT

Normal koşullarda gaz olduğu bilinmesi gereken bazı maddeler:

a) Elementel olanlar:

Tek atomlular (soygazlar) ⟶ He, Ne, Ar...

Çift atomlular ⟶ H_2, N_2, F_2, Cl_2 ...

Çok atomlular ⟶ O_3 ...

b) Bileşik olanlar:

CO, CO_2, SO_2, SO_3, NH_3, CH_4, C_2H_6, C_3H_8 ...

NOT

Mol sayıları eşit olan saf maddelerin molekül sayıları eşittir. Mol sayıları eşit olan aynı koşullardaki gazların hacimleri eşittir.

ÖRNEK 12

0,4 mol CH_4 gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar?

Çözüm

I. yol

1 mol CH_4 NK'da 22,4 L

0,4 mol CH_4 ?

? = 8,96 L hacim kaplar

II. yol

$n = \frac{V}{22,4}$

$0,4 = \frac{V}{22,4}$

V = 8,96

ÖRNEK 13

Normal koşullarda 11,2 L hacim kaplayan C_3H_8 gazı kaç moldür?

$n = \frac{V}{22,4} = \frac{11,2}{22,4} = 0,5$ mol C_3H_8

ÖRNEK 14

Normal koşullarda 6,72 L hacim kaplayan N_2O_5 gazı kaç tane atom içerir? (Avogadro sayısı: N_A)

$n = \frac{6,72}{22,4} = 0,3$ mol N_2O_5

1 mol N_2O_5 7.N_A tane atom içeriyorsa

0,3 mol N_2O_5 ?

? = 2,1·N_A tane atom içerir.

ÖRNEK 15

0,6.N_A tane oksijen atomu içeren SO_3 gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar? (Avogadro sayısı: N_A)

1 mol SO_3 3.N_A tane oksijen atomu içeriyorsa

? 0,6.N_A tane oksijen atomu içerir.

? = 0,2 mol SO_3

1 mol gaz NK'da 22,4 L

0,2 mol gaz ?

? = 4,48 L SO_3

12. 8,96 L 13. 0,5 mol 14. 2,1.N_A 15. 4,48 L

Mol-Kütle İlişkisi

1 mol atom ya da molekülün kütlesine **mol kütlesi** denir. Atom ise atom kütlesi, molekül ise molekül kütlesi denir. M_A ile gösterilir. Atom ve bileşikler için sabittir, değişmez. Farklı maddelerin mol kütleleri aynı olabilir. Bu yüzden ayırt edici özellik değildir.

$M_A = M_K$ Bir gram/mol = g/mol dür.

1 mol H atomu = 1 gram ⇒ M_A: 1 g/mol

1 mol Ca atomu = 40 gram ⇒ M_A: 40 g/mol

Cl: 35,5 g/mol, O: 16 g/mol
C: 12 g/mol, N: 14 g/mol
Na: 23 g/mol, P: 31 g/mol
S: 32 g/mol, H: 1 g/mol
} Atom kütlesi

- CO_2 bileşiği için;

$M_{A_{CO_2}} = 1 \cdot C + 2 \cdot O$

$= 1 \cdot 12 + 2 \cdot 16$

$M_{A_{CO_2}} = 44$ g/mol   Molekül kütlesi (1 molünün kütlesi)

- H_2SO_4 bileşiği için;

$M_{A_{H_2SO_4}} = 2 \cdot H + 1 \cdot S + 4 \cdot O$

$= 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16$

$M_{A_{H_2SO_4}} = 98$ g/mol

$n = \frac{m}{M_A}$

m = Kütle
M_A = Mol kütlesi
n = Mol sayısı

- 1 mol N_2O_5 gazı kaç gramdır? (N: 14, O: 16)

$M_{A_{N_2O_5}} = 2 \cdot N + 5 \cdot O$

$= 2 \cdot 14 + 5 \cdot 16$

$= 108$ g/mol

ÖRNEK 16

0,3 mol C_2H_4 molekülü kaç gramdır? (H: 1, C: 12)

Çözüm

$M_{A_{C_2H_4}} = 2 \cdot C + 4 \cdot H$

$= 2 \cdot 12 + 4 \cdot 1$

$= 28$ g/mol

I. Yol

1 mol C_2H_4 28 gram
0,3 mol ?
? = 8,4 gram C_2H_4

II. Yol

$n = \frac{m}{M_A} \Rightarrow 0,3 = \frac{m}{28}$

m = 8,4 gram C_2H_4

NOT

1 atom - gram → 1 mol atom → Na, Cu, Fe ...

1 molekül - gram → 1 mol molekül → NH_3, H_2O, H_2, O_2 ...

1 formül - gram → 1 mol bileşik (iyonik) → NaCl, KNO_3, CaO ...

1 iyon - gram ⟶ 1 mol iyon → Fe^{2+}, NH_4^+, SO_4^{-2}, Cl^- ...

Mol molekül ⟶ mol demektir. O_2, H_2SO_4, CO_2, N_2O_5, ...

ÖRNEK 17

32 gram SO_3 gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar? (O: 16, S: 32)

$M_A = S + 3 \cdot O = 32 + 3 \cdot 16 = 80$ gram/mol

$n = \frac{m}{M_A} = \frac{32}{80} = 0,4$ mol SO_3

1 mol $SO_{3(g)}$ N.K.'da 22,4 L
0,4 mol $SO_{3(g)}$?
? = 8,96 L hacim kaplar.

ÖRNEK 18

$24,08 \cdot 10^{22}$ tane H_2SO_4 bileşiği kaç gramdır?
(H: 1, O: 16, S: 32, Avogadro sayısı: $6,02 \cdot 10^{23}$)

1 mol $6,02 \cdot 10^{23}$ tane
? $24,08 \cdot 10^{22}$ tane
? = 0,4 mol H_2SO_4

$M_A = 2.1 + 32 + 4.16$
$= 98$ g/mol

1 mol H_2SO_4 98 gram ise
0,4 mol ?
? = 39,2 gram H_2SO_4

16. 8,4   17. 8,96 L   18. 39,2 gram

ÖRNEK 19

$3{,}01 \cdot 10^{23}$ tane atom içeren N_2O_3 bileşiği kaç gramdır? (N: 14, O: 16, Avogadro sayısı: $6{,}02.10^{23}$)

Çözüm

1 mol N_2O_3 $5 \times 6{,}02.10^{23}$ tane atom içeriyorsa
? $3{,}01.10^{23}$ tane atom içerir

? = 0,1 mol N_2O_3

$M_A = 2 \cdot 14 + 3 \cdot 16$
$= 76$ g/mol

1 mol N_2O_3 76 gram ise
0,1 mol N_2O_3 ?

? = 7,6 gram N_2O_3

ÖRNEK 20

Normal koşullarda 13,44 litre hacim kaplayan N_2O gazı kaç gram azot atomu içerir? (N: 14)

$n = \frac{V}{22{,}4}$

$n = \frac{13{,}44}{22{,}4}$

$= 0{,}6$ mol

1 mol N_2O 2.14 gram azot içeriyorsa
0,6 mol N_2O ?

? = 16,8 gram azot atomu içerir

ÖRNEK 21

0,2 mol X_2O_3 bileşiği 32 gram olduğuna göre, X'in atom kütlesi kaç gramdır? (O: 16)

$n = \frac{m}{M_A}$ $2 \cdot X + 3.16 = 160$

$0{,}2 = \frac{32}{M_A}$ $2X = 112$

$M_{A_{X_2O_3}} = 160$ g/mol $X = 56$ g/mol

ÖRNEK 22

0,2 mol XY_2 bileşiği 12,8 gram, 0,3 mol XY_3 bileşiği ise 24 gramdır.

Buna göre, X ve Y'nin atom kütlelerini bulunuz.

$n_{XY_2} = \frac{m}{M_{A_{XY_2}}} \Rightarrow M_{A_{XY_2}} = \frac{m}{n_{XY_2}}$

$(X + 2Y) = \frac{12{,}8}{0{,}2}$

$X + 2Y = 64$

$n_{XY_3} = \frac{m}{M_{A_{XY_3}}} \Rightarrow M_{A_{XY_3}} = \frac{m}{n_{XY_3}}$

$(X + 3Y) = \frac{24}{0{,}3}$

$X + 3Y = 80$

$X + 3Y = 80$
$+ \; -/X + 2Y = 64$

$Y = 16$ g/mol

$X + 2.16 = 64$
$X = 32$ g/mol

ÖRNEK 23

0,4 mol $C_nH_{2n+2}O$ molekülü 24 gramdır.

Buna göre, $3{,}01.10^{23}$ tane $C_nH_{2n+2}O$ molekülü kaç mol atom içerir? (H: 1, C: 12, O: 16, N_A: $6{,}02 \cdot 10^{23}$)

$n = \frac{m}{M_A}$

$0{,}4 = \frac{24}{M_A}$

$M_A = 60$ g/mol

$n.C + (2n + 2).H + 1.O = 60$

$n.12 + (2n + 2).1 + 16 = 60$

$14n = 42$

$n = 3$

n değeri $C_nH_{2n+2}O$ bileşiğinde yerine yazılırsa

C_3H_8O bileşiği elde edilir.

1 mol C_3H_8O $6{,}02.10^{23}$ tane
? $3{,}01.10^{23}$ tane

? = 0,5 mol C_3H_8O

1 mol C_3H_8O'da 12 mol atom
0,5 mol   ?

? = 6 mol atom içerir.

19. 7,6 gram   20. 16,8 gram   21. 56 g/mol   22. X = 32 g/mol Y = 16 g/mol   23. 6 mol

ÖRNEK 24

0,3 mol H_2O ile ilgili;

I. 0,3 mol moleküldür.

II. 5,4 gramdır.

III. Normal koşullarda 6,72 litre hacim kaplar.

IV. $1,806.10^{23}$ tane atom içerir.

yargılarından hangileri doğrudur?

(H_2O: 18, Avogadro sayısı: $6,02.10^{23}$)

I. 0,3 mol moleküldür. (I. öncül doğrudur.)

II. 1 mol 18 gram
0,3 mol ?
? = 5,4 gram (II. öncül doğrudur.)

III. H_2O normal koşullarda sıvı olduğu için hacim çok daha küçüktür.
(III. öncül yanlıştır.)

IV. 1 mol H_2O $3 \times 6,02 \cdot 10^{23}$ tane atom içerir.
0,3 mol H_2O ?
? = $5,418.10^{23}$ tane atom içerir.
(IV. öncül yanlıştır.)

NOT

Bileşiğin sadece formülüne bakılarak fiziksel hali için yorum yapılamaz.

ÖRNEK 25

12 gram C_3H_4 gazı ile ilgili;

I. 0,3 moldür.

II. $1,806.10^{23}$ tane molekül içerir.

III. 6,72 litre hacim kaplar.

IV. 1,2 tane H atomu içerir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

(C_3H_4: 40, Avogadro sayısı: $6,02.10^{23}$)

I. $n = \frac{12}{40} = 0,3$ mol C_3H_4 (I. öncül doğrudur.)

II. 1 mol $6,02.10^{23}$ tane molekül
0,3 mol ?
? = $1,806.10^{23}$ tane molekül (II. öncül doğrudur.)

III. Gazın bulunduğu koşulla ilgili bilgi verilmemiş. Bu nedenle yorum yapılamaz.
(III. öncül yanlıştır.)

IV. 1 mol C_3H_4 $4.N_A$ tane H atomu içerirse
0,3 mol C_3H_4 ?
? = 1,2 N_A tane H atomu içerir.
(IV. öncül yanlıştır.)

Gazların Özkütlesi

NK'da bir gazın özkütlesi

$$d_{gaz} = \frac{M_A}{22,4}$$

OK'da bir gazın özkütlesi

$$d_{gaz} = \frac{M_A}{24,5}$$

ÖRNEK 26

X_4H_8 gazının normal koşullardaki özkütlesi 2,5 g/L olduğuna göre, X atomunun atom kütlesini bulunuz. (H: 1)

Çözüm

$d_{gaz} = \frac{M_A}{22,4}$ 56 = 4.X + 8.1

$2,5 = \frac{M_A}{22,4}$ 4X = 48

M_A = 56 gram/mol X = 12 gram/mol

ÖRNEK 27

Aynı koşullarda bulunan

I. SO_3

II. SO_2

III. CH_4

gazlarının özkütlelerini kıyaslayınız.

(H: 1, C: 12, O: 16, S: 32)

NK'da $d = \frac{M_A}{22,4}$ OK'da $d = \frac{M_A}{24,5}$

Molekül ağırlığı büyük olan gazın özkütlesi büyüktür.

$M_{A_{SO_3}}$ = 80 g/mol, $M_{A_{SO_2}}$ = 64 g/mol, $M_{A_{CH_4}}$ = 16 g/mol

Bu nedenle özkütleleri arasındaki ilişki

$d_{SO_3} > d_{SO_2} > d_{CH_4}$'dir.

ÖRNEK 28

Normal koşullarda C_2H_4 gazının özkütlesi kaç g/L'dir? (H: 1, C: 12)

M_A = 2.C + 4.H

M_A = 2.12 + 4.1 = 28 g/mol

$d_{C_2H_4} = \frac{M_A}{22,4} = \frac{28}{22,4} \Rightarrow 1,25$ g/L

24. I ve II 25. I ve II 26. 12 g/mol 27. $d_{SO_3} > d_{SO_2} > d_{CH_4}$ 28. 1,25 g/L

Gerçek Atom veya Molekül Kütlesi

Bir tane atom veya molekülün kütlesine **gerçek kütle** denir. Tanecik atom ise gerçek atom kütlesi, tanecik molekül ise gerçek molekül kütlesi denir. Bir tane atom veya molekülün kütlesi, mol kütlesinin Avogadro sayısına bölümü ile bulunur.

a) Gerçek atom kütlesi: 1 tane atomun gram cinsinden kütlesidir.

Örnek:

Kalsiyum atomunun gerçek atom kütlesi kaç gramdır? (Ca: 40, Avogadro sayısı: $6,02.10^{23}$)

I. Yol

$$\text{Gerçek atom kütlesi} = \frac{\text{Mol kütlesi}}{6,02.10^{23}}\ \text{gram}$$

$$\text{1 tane Ca atomunun kütlesi} = \frac{40}{6,02.10^{23}} = \frac{40}{N_A}\ \text{gram}$$

II. Yol

1 mol Ca: $6,02.10^{23}$ tane Ca atomu 40 gram Ca ise

1 tane Ca atomu ?

$$? = \frac{40}{6,02.10^{23}}\ \text{gram} = \frac{40}{N_A}\ \text{gram}$$

b) Gerçek molekül kütlesi: 1 tane molekülün gram cinsinden kütlesidir.

Örnek:

SO_2 molekülünün gerçek molekül kütlesi kaç gramdır? (O: 16, S: 32, Avogadro sayısı: $6,02.10^{23}$)

I. Yol

$$\text{Gerçek molekül kütlesi} = \frac{\text{Mol kütlesi}}{6,02.10^{23}}\ \text{gram}$$

$$\text{1 tane } SO_2 \text{ molekülünün kütlesi} = \frac{64}{6,02.10^{23}} = \frac{64}{N_A}\ \text{gram}$$

II. Yol

1 mol SO_2: $6,02.10^{23}$ tane SO_2 molekülü 64 gram SO_2 ise

1 tane SO_2 molekülü ?

$$? = \frac{64}{6,02.10^{23}}\ \text{gram} = \frac{64}{N_A}\ \text{gram}$$

ÖRNEK 37

1 tane C_3H_6 molekülü kaç gramdır?

(H: 1, C: 12, N_A: 6.10^{23})

I. Yol

$$\text{Gerçek molekül kütlesi} = \frac{M_A}{N_A} = \frac{42}{6.10^{23}} = 7.10^{-23}$$

II. Yol

6.10^{23} tane C_3H_6 42 gram ise

1 tane ?

$? = 7.10^{-23}$ gramdır.

ÖRNEK 38

1 tane Mg atomu 4.10^{-23} gram ise atom kütlesi kaç gramdır?

Çözüm

1 tane Mg atomunun kütlesi = gerçek atom kütlesi

$$\text{Gerçek atom kütlesi} = \frac{M_A}{6.10^{23}} = 4.10^{-23} \Rightarrow M_A = 24\ \text{g/mol}$$

ÖRNEK 39

1 tane X atomu $4,5.10^{-23}$ gram, 1 tane Y atomu 2.10^{-23} gram ise 0,2 mol X_4Y_3 bileşiği kaç gramdır?

(N_A : 6.10^{23})

$$\frac{M_{A_X}}{6.10^{23}} = 4,5.10^{-23} \Rightarrow M_{A_X} = 27\ \text{g/mol}$$

$$\frac{M_{A_Y}}{6.10^{23}} = 2.10^{-23} \Rightarrow M_{A_Y} = 12\ \text{g/mol}$$

$$M_{A_{X_4Y_3}} = 4.27 + 3.12 = 144\ \text{g/mol}$$

1 mol X_4Y_3 144 gram ise

0,2 mol ?

$? = 28,8$ gram X_4Y_3

ÖRNEK 40

0,4 mol X_3N_2 40 gram ise 1 tane X atomu kaç gramdır? (N: 14, Avogadro sayısı: N_A)

$$n = \frac{m}{M_A}$$

$$M_{A_{X_3N_2}} = \frac{40}{0,4} = 100\ \text{g/mol}$$

$3.X + 2.14 = 100$

$X = 24$ g/mol

$$\frac{M_A}{N_A} = \frac{24}{6.10^{23}} = 4.10^{-23}\ \text{gram}$$

37. 7.10^{-23} gram 38. 24 g/mol 39. 28,8 gram 40. 4.10^{-23} gram

Atomik Kütle Birimi (akb)

1 tane ^{12}C izotopunun kütlesinin $\frac{1}{12}$ sine **atomik kütle birimi** denir. Başka bir deyişle 1 tane hidrojen atomu kütlesine denir. Atomik kütle birimi akb ile gösterilir.

1 tane ^{12}C izotopu için,

$$\Rightarrow \frac{M_A}{N_A} \text{gram} \Rightarrow \frac{12}{N_A} \text{gram} \cdot \frac{1}{12} \Rightarrow \text{akb} = \frac{1}{N_A} \text{gram olur.}$$

$$\text{akb} = \frac{\text{gram}}{N_A}$$

$$\text{gram} = N_A \cdot \text{akb}$$

ÖRNEK 41

1 tane C_2H_6 bileşiği kaç akb'dir? (H: 1, C: 12)

Çözüm

$M_A = 2.12 + 6.1 = 30$ g/mol

1 tane C_2H_6 = 30 akb'dir.

UYARI!

- Bağıl atom ve bağıl molekül kütleleri gram cinsinden bir molün kütlesini, akb cinsinden bir taneciğin kütlesini verir.

ÖRNEK 42

0,2 mol N_2O bileşiği kaç akb'dir?
(N: 14, O: 16, Avogadro sayısı: N_A)

$M_A = 2.14 + 16$
$= 44$ g/mol
$m = n \cdot M_A$
$0,2.44 = 8,8$ gram
gram $= N_A$. akb
$= 8,8 . N_A$ akb

ÖRNEK 43

0,2 mol karbon atomu içeren C_2H_6 bileşiği kaç atomik kütle birimi (akb)dir?
(H: 1, C: 12, Avogadro sayısı: N_A)

1 mol C_2H_6 — 2 mol C atomu içeriyorsa
? — 0,2 mol C atomu içerir

? = 0,1 mol C_2H_6

0,1 mol C_2H_6 3 gram $= 3 \cdot N_A$ akb

ÖRNEK 44

96 akb oksijen gazı kaç tane atom içerir? (O: 16)

1 tane O_2 — 32 akb — 2 tane oksijen atomu içeriyorsa
96 akb — ?

? = 6 tane oksijen atomu içerir.

ÖRNEK 45

I. 1 tane SO_3

II. 48 akb CH_4

III. $\frac{80}{N_A}$ gram SO_3

IV. 1 gram CH_4

V. 0,02 mol H_2

Yukarıda verilen maddelerin kütlelerini kıyaslayınız.
(H: 1, C: 12, O: 16, S: 32)

I. $32 + 40 = 80$
$\frac{80}{N_A}$ gram

II. 48 akb $= \frac{48}{N_A}$ gram

IV. 1 gram

V. 1 mol — 2 gram
0,02 mol — X

X = 0,04 gram

Kütle kıyaslanması şeklinde olur. II < I = III < V < IV

ÖRNEK 46

Atom kütlesi 23 olan Na elementi ile ilgili;

I. 1 atomunun kütlesi 23 akb dir.

II. 1 atom-gramı 23 gramdır.

III. 1 gramında $\frac{6,02.10^{23}}{23}$ tane Na atomu bulunur.

yargılarından hangileri doğrudur?

I. $6,02.10^{23}$ tane Na — 23 gram ise
1 tane — ?

$? = \frac{23}{6,02.10^{23}} = \frac{23}{N_A} = 23.$akb (I. öncül doğrudur.)

II. 1 atom– gram Na = 1 mol Na = 23 gram (II. öncül doğrudur.)

III. 23 gram Na — $6,02.10^{23}$ tane
1 gram — ?

$? = \frac{6,02.10^{23}}{23}$ tane Na atomu (III. öncül doğrudur.)

41. 30 akb 42. $8,8 \cdot N_A$ akb 43. $3 \cdot N_A$ akb 44. 6 tane 45. II < I = III < V < IV 46. I, II ve III